

PAT-NO: JP359046051A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 59046051 A
TITLE: INSULATED TYPE SEMICONDUCTOR DEVICE
PUBN-DATE: March 15, 1984

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KURIHARA, YASUTOSHI

MINAGAWA, TADASHI

YATSUNO, KOMEI

OGAMI, MICHIO

WAKUI, TAKAYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP57155879

APPL-DATE: September 9, 1982

INT-CL (IPC): H01L023/28, H01L021/58 , H01L025/04

US-CL-CURRENT: 257/678, 257/684 , 257/687 , 257/699 ,
257/702 , 257/722
 , 257/E23.106

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain an insulated type semiconductor device, which is not deformed and damaged and radiation to a side surface thereof is also excellent, by soldering a semiconductor device on a metallic plate soldered on an Al<SB>2</SB>O<SB>3</SB> plate, setting up the Al<SB>2</SB>O<SB>3</SB> plate in the opening section of a protective plate made of copper

and filling an air gap
section with an insulating resin.

CONSTITUTION: Openings 110a, 110b to which a stepped difference is formed are formed to the copper plate 1 in 10mm thickness. On the other hand, the two metallic plates 3 in approximately 2mm thickness are soldered on the metallized surface of the Al<SB>2</SB>O<SB>3</SB> plate 2 in approximately 0.1mm thickness, and SCRs 401 and diodes 402 are soldered 102 on the metallic plates 3, thus constituting a function section. The function section is bonded with the opening 110a of the copper plate 1 with Si resin adhesives 103, and an air gap between the function section and the opening section 110b is filled with the epoxy group insulating resin 6. According to the constitution, radiant property is improved while the insulated type semiconductor device hardly getting trouble due to thermal strain and thermal fatigue is obtained.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—46051

⑤ Int. Cl.³
H 01 L 23/28
21/58
25/04

識別記号

庁内整理番号
7738—5F
6679—5F
7638—5F

⑬ 公開 昭和59年(1984) 3 月15日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ 絶縁型半導体装置

⑮ 特 願 昭57—155879

⑯ 出 願 昭57(1982) 9 月 9 日

⑰ 発 明 者 栗原保敏
日立市幸町 3 丁目 1 番 1 号株式
会社日立製作所日立研究所内

⑰ 発 明 者 皆川忠
日立市幸町 3 丁目 1 番 1 号株式
会社日立製作所日立研究所内

⑰ 発 明 者 八野耕明
日立市幸町 3 丁目 1 番 1 号株式

会社日立製作所日立研究所内

⑰ 発 明 者 大上三千男
日立市幸町 3 丁目 1 番 1 号株式
会社日立製作所日立研究所内

⑰ 発 明 者 和久井陽行
日立市幸町 3 丁目 1 番 1 号株式
会社日立製作所日立研究所内

⑱ 出 願 人 株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内 1 丁目 5
番 1 号

⑲ 代 理 人 弁理士 平木道人

明 細 書

3. 発明の詳細な説明

〔 利用分野 〕

1. 発明の名称

絶縁型半導体装置

本発明は、絶縁型半導体装置に関するものであり、特に、半導体基体と、前記半導体基体を支持するための支持部材とが電気的に絶縁された構成の絶縁型半導体装置に関するものである。

2. 特許請求の範囲

(1) 無機質絶縁部材上に、金属ろうを用いて金属板が接合され、さらに、前記金属板上に、金属ろうを用いて半導体基体が接合された構造の機能部と、平板金属の両主面を貫通するように開口部が設けられた保護部材とを有し、この開口部に上記機能部を固着し、上記保護部材の開口部と機能部とで形成される空間に、絶縁樹脂を充填したことを特徴とする絶縁型半導体装置。

(2) 上記機能部を構成する無機質絶縁部材の周辺部分が、樹脂接着剤によって平板金属の開口部の内面に接合されたことを特徴とする前記特許請求の範囲第 1 項記載の絶縁型半導体装置。

〔 従来技術 〕

従来、半導体装置の支持部材は、半導体装置の電極を兼ねるように構成される場合が多かった。しかし、近年、半導体装置の全ての電極を、金属支持部材から電気的に絶縁し、これによって、半導体装置の回路適用上の自由度を増すことのできるように構成されたものが出現している。

例えば、絶縁性トリアックは、双方向性 3 端子サイリスタ (トリアック) 基体を、セラミックス板上に載置し、このセラミックス板を、金属パッケージに封入したものである。前記トリア

ックの全ての電極は、セラミックス板によりパッケージから絶縁されて外部へ引出されている。

そのため、一對の主電極を、回路上の接地電位から電気的に浮かせて、電極電位とは無関係に、パッケージを接地電位部に固定することができるので、半導体装置の実装が容易になる。

また、混成集積回路装置あるいは半導体モジュール装置（以下混成ICと一括して略称する）では、一般に半導体素子を含む、あるまとまった電気回路が組込まれるため、その回路の少なくとも一部と、混成ICの支持部材、あるいは放熱部材等の金属部とを、電気的に絶縁する必要がある。

代表的な混成ICでは、金属の支持部材上に、無機質あるいは有機質の絶縁層を配層し、この絶縁層上に所定の電気回路を組立てることにより、上述の絶縁を達成している。このような構成の混成ICもまた、絶縁型半導体装置の一種である。

一方、半導体装置を、安全かつ安定に動作させるかつ、要求される耐圧や信頼性がさほど高くない場合には、絶縁層や接層材層としてどのようなものを用いても問題はない。

しかし、発熱が大きい場合や信頼性に対する要求が高い場合には、絶縁層として一般に、セラミックスのような無機質材料が選択される。また、接層材層としては、例えば、鉛-錫系はんだのような金属ろうが選択される。

しかしながら、その場合、次のような解決すべき問題点があった。一般に、絶縁型半導体装置では、絶縁層は、前記絶縁層を機械的に保護し、かつ、絶縁層を経由して伝達された熱を吸収して、外部へ効果的に放出するための支持部材上に取付けられる。

この支持部材としては、銅等の機械的強度が大きく、かつ、高熱伝導性の金属が用いられる。ところが、この金属と絶縁層とでは、熱膨張係数が大幅に異なる。

するためには、半導体装置の動作時に生ずる熱を、パッケージの外部に有効に発散させる必要がある。

この熱発散は、通常、発熱源である半導体基体から、これに接層された各部材を通じ、空中へ熱伝達されることで達成される。

したがって、絶縁型半導体装置の熱伝導経路中には、支持部材、支持部材と絶縁層との間の接層材層、前記絶縁層、および前記絶縁層と半導体基体との間の接層材層等が含まれる。

また、半導体装置を含む回路の扱う電圧が、高くなればなるほど、あるいは、要求される信頼性（経時的安定性、耐湿性、耐熱性等）が高くなればなるほど、完全な絶縁性が要求される。

上述の耐熱性は、半導体装置の周囲の温度が外因により上昇した場合の他、半導体装置の扱う電力が大きく、また、半導体基体で発生する熱が大きくなった場合等にも要求されるものである。

絶縁型半導体装置内での発熱が比較的小さく、

例えば、絶縁層がアルミナの場合、熱膨張係数は $6.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるのに対して、銅の熱膨張係数は $18 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と極めて大きい。

問題の第1は、この熱膨張係数差によって起るものであり、絶縁型半導体装置製造時に、絶縁層を上述の支持部材上にはんだ付けする場合に生ずる。即ち、はんだ付けは、支持部材と絶縁層とを、はんだ層を介して積層した後、はんだの融点以上まで温度を上昇させ、その後室温まで冷却することによって行なわれる。

前記冷却工程においては、はんだの凝固点で各部材が互いに固定される。その後は、凝固したはんだにより固定された状態で、各部材固有の熱膨張係数に従って収縮する。

この時、上述の熱膨張係数の差によって、部材の収縮量が異なり、各部材の接層部にいわゆる熱歪が残留する。

熱歪はそれが比較的小さいときは、最も軟らか

い部材であるはんだ層で吸収されるが、吸収しきれないときには、接着された各部材が変形するに至る。

特に、支持部材の変形や反りは、半導体基体を気密封止する際の障害になったり、絶縁型半導体装置を、放熱手段に取付ける際の密着性を阻害したりする。

問題点の第2は、この種の半導体装置の使用時に生ずる。即ち、半導体装置の通電、休止動作に伴って、上述の接着部には、高温状態（約100～150℃）と低温状態（周囲温度）が繰返し訪れる。

このように高温－低温状態が繰返す（その1周期をヒートサイクルと呼ぶ）毎に、各部材はそれらの固有の熱膨張係数に基づいて膨張、収縮を繰返す。

各部材は互いに固着されているから、各部材の熱膨張係数の違いに基づく、膨張、収縮量の差は、最も軟かい部材であるはんだ層に加わる熱歪とな

気に触れる構造となっているが、エポキシ樹脂等は熱伝導性がよくない－すなわち、熱抵抗が大きい。したがって、側面からの効果的な放熱はあまり期待できず、主として、エポキシ樹脂等に接していない面から放熱する。

しかしながら、エポキシ樹脂等に接しない面からの放熱だけでは、熱放散性が著しく劣る。同時に、このような封止構造をとるためには、専用の枠体が必要になる。

〔目的〕

本発明の目的は、上述の問題点を解決し、製造時あるいは運転時に生ずる熱歪を低減し、各部材の変形、変性、あるいは破損の恐れがなく、側面方向への放熱性も改善された絶縁型半導体装置を提供することにある。

〔概要〕

って現れる。

そして、ヒートサイクル数が多くなると、はんだ層には、引張り歪、圧縮歪が周期的に度重なって生じて、次第にもろくなり、ついには熱疲労現象を生ずるに至る。

例えば、はんだ層にクラックが生じ、接着力の低下、熱伝導性の低下等を引起す。このような現象は、はんだ層の露出端面において特に顕著である。

第3番目に熱放散性に関する問題点があげられる。一般に絶縁型半導体装置では、支持部材上に搭載された半導体基体や、その周辺の配線部材や絶縁層等を覆うための気密封止手段がとられる。

前記気密封止手段としては、通常は、支持部材上にエポキシ樹脂等からなる枠体を設け、さらに、この枠体と支持部材とで形成される中空部にエポキシ樹脂等を充填している。

このような封止構造では、枠体の側面は直接空

前記の目的を達成するために本発明は、無機質絶縁部材上に金属ろうを用いて金属板を接着し、さらに、この金属板上に、金属ろうを用いて半導体基体を接着して機能部と、平板金属板に、その両主面を貫通するように開口部を設けて保護部材とを用い、前記保護部材の開口部に、上記機能部を装着し、上記保護部材の開口部と機能部との間に形成される空間に、絶縁樹脂を充填した点に特徴がある。

また、本発明は、前記機能部を構成する無機質絶縁部材の周辺部と平板金属の開口部の内面とを樹脂接着剤によって接着した点に特徴がある。

本発明において、金属板は、半導体基体に対する導電路、および半導体基体で発生した熱を、絶縁部材と、これに連なって配置される、例えば、放熱フィン等の放熱手段へ効果的に伝達する熱放散板として働く。

また、絶縁部材は、上述の機能部を放熱部から

電気絶縁するとともに、放熱手段への主要な導熱路を形成する。

そして保護部材は、機能部を外界から電氣的、機械的に保護する（例えば、通常の外力に耐えられる程度に保護する）とともに、半導体基体で発生した熱を、側面から気中へ放散するための放熱手段として働く。

本発明においては、後述するように、上述の第1、第2、および第3の問題を解決するために、以下に述べるような対策を講じた。

- (1) 放熱性向上の観点から、放熱路の多面化を図った。
- (2) 各部材の熱膨張係数差による熱歪低減の観点から、機能部、保護部材間の一体化面積（接触部分の面積）を極力小さくした。

〔実施例〕

以下、本発明を混成ICを例にとり、更に詳細

上述の金属板3上には、第2図に示すような回路が組立てられている。即ち、サイリスタ401、フライホイールダイオード402は第1図に示す配線用ワイヤ440、配線用金属片430によって、第2図に示すように接続されている。

4101、4102 および 4103 はそれぞれ外部端子である。前記外部端子4101は金属板3上に直接配設されている。前記外部端子4102 および 4103 は、金属板3上に接着された絶縁用アルミナ板420の上に接着された配線用金属片430の上に配設されている。

第3図に前記本発明の一実施例の概略断面図を示す。第3図において、図を簡略化するために、機能部5のうち外部端子4101、4102 および 4103、配線用ワイヤ440、金属片430および絶縁用アルミナ板420は省略されている。

保護部材1は厚さ1.0mmの銅板であり、幅4.0mm、長さ9.2mmの大きさを有し、同部材1の中央

に説明する。

第1図に、本発明の一実施例の、1200V、60A 級混成ICの要部分解斜視図を、第2図に前記実施例の回路図を示す。図においては、アルミナ板2上に2枚の金属板3が並んで接合されている。

前記金属板3上には、サイリスタ401、フライホイール用ダイオード402が、それぞれはんだ付けされている。前記アルミナ板2、金属板3、サイリスタ401およびフライホイール用ダイオード402で機能部5が構成されている。

前記機能部5は、板状金属の両主面を貫通して設けられた第1、第2開口部110a、110bを有する保護部材1に装着される。前記第2開口部110bと、これに装着された機能部5とで形成される空間には絶縁樹脂が充填されている。

尚、第1図では、図面を簡略化するために、各部材間の接着材（はんだ付け用金属ろう）や充填用樹脂は図示されていない。

部材には、幅3.6mm、長さ7.1mm、高さ0.5mmの第1開口部110aと、幅2.9mm、長さ6.8mm、高さ9.5mmの第2開口部110bとが形成され、第1開口部110aと第2開口部110bとで貫通孔が形成されている。

一方、機能部5のアルミナ板2の一方の面上に2枚の金属板3が40μm、鉛-60μm錫の第1はんだ層101により接合されている。前記第1はんだ層101の厚さは約0.1mmである。

アルミナ板2の接合面には、周知のメタライズ処理が施され、はんだに対するぬれ性が付与されている。アルミナ板2は幅3.5mm、長さ7.0mm、厚さ0.4mmであり、金属板3は幅2.6mm、長さ3.1mm、厚さ2mmである。

金属板3上には、サイリスタ401とダイオード402とが、上述の第1はんだ層101と同じ組成で、かつ、同じ厚さの第2はんだ層102により、導電的に接合されている。

ここで、サイリスタ 401 は面積が $15 \times 10 \text{ mm}^2$ で厚さが 0.36 mm であり、ダイオード 402 は面積が $5 \times 5 \text{ mm}^2$ で厚さが 0.2 mm である。このように構成された機能部 5 は、上述した幅 36 mm 、長さ 71 mm 、厚さ 0.5 mm の第 1 開口部 110a に樹脂接着材 103 により接着されている。

機能部 5 と第 2 開口部 110b とで形成される空間には、絶縁樹脂 6 が充填されている。前記樹脂接着材 103 はシリコン系樹脂であり、絶縁樹脂 6 はエポキシ系樹脂である。

アルミナ板 2 および保護部材 1 の底面には放熱フィン 111 が設けられている。

この構成において重要な点は、機能部 5 と熱伝導性に優れた金属製の保護部材 1 とが、アルミナ板 2 の周縁の微少領域で、軟らかい樹脂接着材 103 により一体化されていて、熱歪が生じにくい構造になっている点である。

また、アルミナ板 2 の、機能部 5 の回路が構成

材) 上にはんだ付けして搭載し、機能部 5 を樹脂ケースで覆い、同ケースに樹脂を充填した混成 IC (比較例) の場合より、およそ 40% 低い。

また、本実施例混成 IC のサイリスタ 401 に 200 W の電力損失を生じさせたときの温度上昇は約 30°C であり、比較例の場合は約 50°C であった。

即ち、本実施例混成 IC では、充填した絶縁樹脂 6 の周囲を、熱伝導性のよい保護部材 1 で包囲する構造になっていて、実質的に、保護部材 1 が放熱手段と同様の働きをすることにより、熱放散が効率的かつ多面的になされる結果、上述の性能が得られた。

次に、第 4 図は本実施例混成 IC の熱抵抗を、ヒートサイクルを与えながら追跡した結果を示したものである。

図の横軸にはヒートサイクル数、縦軸には熱抵抗がとられている。ヒートサイクルは -55°C か

された側の面は、前記金属製の保護部材 1 の第 2 開口部 110b に埋設するように装着され、この部分に絶縁樹脂 6 を充填して回路を電気的、機械的に保護している点である。

さらに、前記保護部材 1 および前記アルミナ板 2 の電気回路が形成された面の反対側の面に直接接触するように設けられた放熱手段 - すなわち、放熱フィン 111 で多面的に放熱するようにした点である。

本実施例に基づいて行なった実験例では、放熱性を向上すると同時に熱歪や熱疲労による故障をも低減することができた。その具体例を以下に説明する。

まず、本実施例の混成 IC におけるサイリスタ 401 から放熱手段に接するアルミナ板 2 に至る熱抵抗は $0.15^\circ\text{C}/\text{W}$ であった。

この値は、本実施例と同一の機能部 5 を、幅 40 mm 、長さ 92 mm 、厚さ 3.2 mm の銅板 (支持部

ら $+150^\circ\text{C}$ までの温度変化を与えて行なった。

同図において、線 A は本実施例の混成 IC の結果、そして線 B は上述の比較例の結果を示したものである。

図から明らかなように、前述した本実施例の混成 IC では、ヒートサイクル数 700 回までは熱抵抗の増大は見られない。これに対し、比較例の混成 IC では、ヒートサイクル数 200 回を過ぎると、熱抵抗の増大が見られ、両者の差異が明確に見出されている。

本実施例の場合は、前述した比較例の構造のように、熱疲労破壊を生じやすいアルミナ板 - 支持部材間の、大面積にわたる接着部を有しておらず、熱抵抗を増大させる要因の 1 つが取除かれている。

そして、アルミナ板 2 は軟らかい樹脂接着剤 103 により保護部材 1 と一体化されていて、アルミナ板 2 と保護部材 1 との間の熱膨張係数差に基づく熱歪を、樹脂接着材 103 が効果的に吸収する。

その結果、アルミナ板2そのものの内部応力が軽減され、副次的効果として、はんだ層101に対する影響も緩和される。上述のヒートサイクルによる結果に明らかな差異が見出されたのは、このように事情による。

また、本実施例の混成ICは、反りの点および封止の気密性の点でも優れていた。例えば、放熱手段に直接接触するアルミナ板2の反り(アルミナ板2の露出平面の曲率半径)は380cmと長かった。

また、混成ICを相対湿度90%、温度60℃の雰囲気下で1000時間通電しても、混成ICの電気的性能には異常なかった。

更に、本実施例の混成ICでは、機能部5と保護部材1とで形成される空間に絶縁樹脂6を充填した。

つまり、機能部5と保護部材1が樹脂充填のための容器を兼ねるため、専用の枠体が不要である。

をめっき法等により形成しておくことは好ましい。

つきに、無機質絶縁部材としては、アルミナの外、窒化アルミニウム(AlN)、窒化硼素(BN)、炭化シリコン(SiC)、窒化シリコン(Si₃N₄)、酸化ベリリウム(BeO)等、あるいはこれらを成分として含む焼成物が使用できる。

この場合、熱抵抗の低減、あるいは第1はんだ層101の熱疲労を軽減する観点から、無機質絶縁部材を薄くすることも可能である。

機能部5において用いられるはんだとしては、40%鉛-60%錫の組成の外、例えば、95%鉛-5%錫のもの、あるいはこれに第3成分として銀、インジウム、亜鉛、ビスマス等を含むものが使用できる。その厚さも0.1mmに限られず、それより厚くても薄くてもよい。

金属板3上に搭載される半導体基体としては、任意の半導体素子(シリコン以外の半導体、例えばゲルマニウム、ヒ化ガリウム等を用いたものを

この点も本実施例混成ICで得られた副次的効果である。

以下、本発明の各種変形例について例示する。本発明は上述した実施例の外、以下のような種々の態様にて実施することが可能である。

まず、本実施例において、金属板3として銅板を用いた。しかし、これに限定されるものではなく、混成ICの放熱性をある程度低下させても、第1、第2はんだ層101、102の熱疲労を緩和して信頼性を一層高めるために、熱膨張係数がアルミナ板2や半導体基体のそれに近い金属を用いてもよい。

例えば、モリブデン、タングステン、あるいは銅-インバー-銅クラッド複合金属や銅-炭素繊維複合金属の如き物を用いることは好ましいことである。

また、上述の金属板3のはんだ付け面に、はんだのぬれ性を良くするためにニッケル等の金属膜

含む)を用いることができる。また、回路構成も任意の回路を構成することができることは言うまでもない。

さらに、金属板3上に搭載される回路素子は、半導体素子に限られるのではなく、例えば抵抗体、コンデンサ等の受動素子を搭載しても何等支障はない。

さらに、金属板3上に搭載される半導体基体は必ずしも複数である必要はない。

無機質絶縁部材と保護部材との一体化に用いる接着材は、両部材相互間の歪を緩和する上で、シリコン樹脂の如き軟かい樹脂を用いることが、より好ましい。しかし、必ずしもこれに限る必要はなく、例えば、エポキシ系接着材やシリコンゲルのようなものでもよい。

機能部5と第2開口部110bとで形成される空間部に充填される絶縁樹脂6としては、エポキシ系樹脂に限定されるのではなく、例えば、シリ

コーン樹脂、シリコンゲル等、あるいは必要に応じてこれらの絶縁樹脂を屑状に充填した構成にしてもよい。

保護部材1としては、機械的強度および熱伝導性の観点から銅を用いるのがよいが、絶縁型半導体装置に要求される性能に応じて、例えば、アルミニウム、鉄、真鍮等、鉄-ニッケル系合金、シリコンカーバイド等、他の金属を選定してもよい。

この場合、側面方向への放熱性を向上させるため、保護部材1に、表面積を拡大する手段を施すこともできる。

〔効果〕

本発明は、以上に説明したように、無機質絶縁部材上に金属ろうを用いて金属板を接着し、さらに、前記金属板上に、金属ろうを用いて半導体基体を接着して構成された機能部を、平板金属を貫通して開口部が形成された保護部材の前記開口部に

に装着し、前記開口部と機能部との間に形成される空間に絶縁樹脂を充填し、かつ、前記無機質絶縁部材の周辺部と平板金属の開口部の内面とを樹脂接着剤によって接着するようにしたので、熱放散性を良好にし、熱歪による部材の変性あるいは破壊の恐れをなくすることができるという利点がある。

4.図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の要部分解斜視図、第2図は前記実施例の回路図、第3図は第1図の概略断面図、第4図は前記実施例に基づいて行なった実験例の結果を現わす図である。

1…保護部材、2…アルミナ板、3…金属板、5…機能部、6…絶縁樹脂、101…第1はんだ層、102…第2はんだ層、103…樹脂接着剤、401…サイリスタ、402…フライホイール用ダイオード

図 1

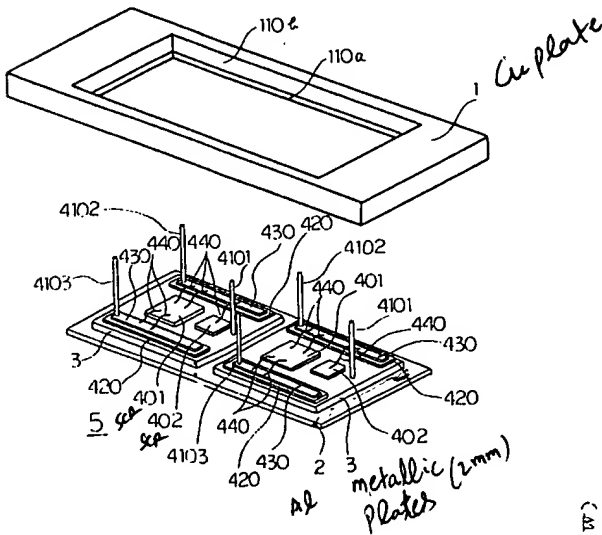


図 2

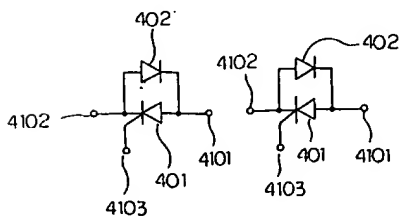


図 3

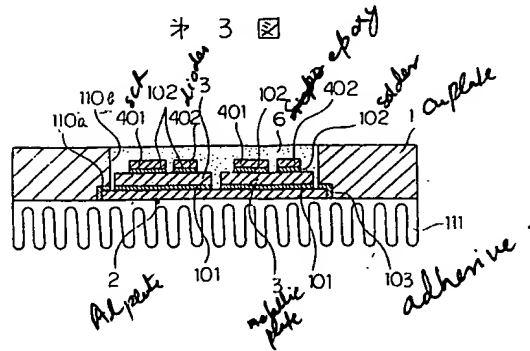


図 4

